



17

(19)  **Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**

  
 (11) **EP 0 702 156 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication: 20.03.1996 Bulletin 1996/12 (51) Int Cl.<sup>6</sup>: F04D 31/00, E21B 43/40

(21) Numéro de dépôt: 95401796.8

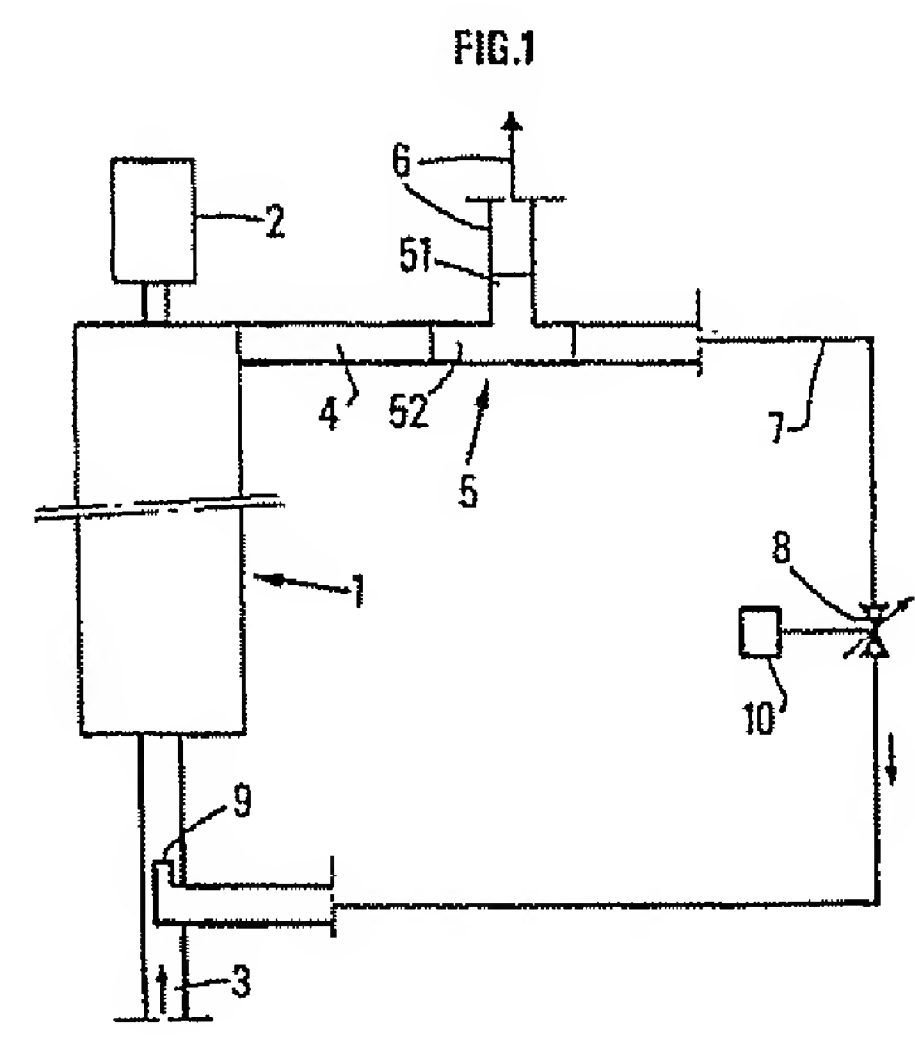
(22) Date de dépôt: 28.07.1995

(84) Etats contractants désignés: DK GB IT NL	(71) Demandeur: INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE F-92500 Ruell-Malmaison (FR)
(30) Priorité: 14.09.1994 FR 9411048	(72) Inventeur: Vilagines, Régis F-69390 Vernalson (FR)

(54) **Système de pompage polyphasique à boucle de régulation**

(57) -L'invention concerne un système de pompage pour appliquer à des effluents polyphasiques une pression suffisante pour les transporter depuis une source telle qu'un puits de production pétrolière jusqu'à un lieu de destination éloigné. Pour améliorer le fonctionnement de la pompe et rendre plus souple la gestion des transferts d'effluents, le système comporte une boucle (7) de recyclage d'une fraction des effluents polyphasiques sortant de la pompe (1) vers l'entrée de celle-ci, comportant de préférence un élément de dérivation (5) tel qu'un T, conformé pour diminuer le rapport volumétrique GLR des effluents recyclés. Dans la boucle est interposé un élément de régulation tel qu'une vanne pilotée (8) et éventuellement un ballon-tampon, et un élément (9) tel qu'un éjecteur mélangeur pour utiliser une partie de l'énergie des effluents dérivés.

- Application à des installations de pompage offshore par exemple.



EP 0 702 156 A1

## Description

La présente invention a pour objet un système de pompage polyphasique à boucle de recyclage.

Le système de pompage selon l'invention convient pour assurer le transport par des canalisations, d'un fluide comportant au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse, dont le rapport volumétrique de la phase gazeuse à la phase liquide (désigné généralement par GLR), peut présenter de larges variations.

Un tel système de pompage trouve des applications notamment dans le domaine de la production pétrolière où il s'agit de transporter jusqu'à un lieu de destination déterminé, des effluents pétroliers extraits d'un gisement souterrain, et en particulier pour l'exploitation de gisements dits offshore.

Les systèmes de pompage polyphasique existants comportent une pompe polyphasique telle par exemple que celle décrite dans le brevet FR 2.665.224 déposé par le demandeur, capable d'appliquer à un fluide polyphasique, une pression importante tant que le rapport volumétrique GLR ne dépasse pas une valeur maximale déterminée. Quand le rapport GLR du fluide à transporter est susceptible de dépasser cette valeur maximale, comme cela se produit dans l'exploitation pétrolière quand le fluide produit par un puits de production comporte des poches ou bouchons de gaz, on associe à la pompe des moyens de régulation. Ces moyens de régulation sont adaptés à restreindre la plage de variation possible du rapport GLR pour le rendre compatible avec celui admis par la pompe.

Un moyen de régulation connu décrit par exemple dans les demandes de brevet français EN 91/16.230 et 92/05.617 comporte par exemple un ballon tampon recevant les fluides produits par le gisement et pourvu d'un ou plusieurs tubes de prélèvement perforés capables automatiquement de doser le rapport des phases admis à l'entrée de la pompe.

Un tel agencement donne des résultats satisfaisants mais il a l'inconvénient d'être volumineux et relativement cher.

Par le brevet FR 2.417.057, on connaît un système de pompage à boucle de régulation. La sortie de la pompe est connectée à un dispositif de séparation de phase adapté à extraire du fluide polyphasique, une fraction constituée presque complètement de liquide. Cette fraction liquide est recyclée par une conduite de dérivation, vers l'entrée de la pompe où elle sert à faire baisser la valeur du rapport GLR quand il devient excessif.

Le système de pompage à boucle de recyclage selon l'invention permet de communiquer à des effluents polyphasiques issus d'une source et comportant au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse et dont le rapport volumétrique GLR des phases gazeuses aux phases liquides est susceptible de varier, une augmentation de pression suffisante pour leur acheminement vers un lieu de destination déterminé. Le système de pompage comporte une pompe polyphasique et une

boucle de recyclage et il est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un moyen de dérivation pour dériver directement via la boucle de recyclage, une partie du fluide polyphasique disponible à la sortie de la pompe vers l'entrée de celle-ci et des moyens de contrôle du fluide polyphasique dérivé dans la boucle, de façon à diminuer le débit du fluide transporté par la conduite et à augmenter la vitesse de fonctionnement possible de ladite pompe.

Suivant un mode de réalisation préféré, le moyen de dérivation est un élément contourné pour répartir les phases liquides des effluents polyphasiques qu'on lui applique plus vers une première sortie que vers une seconde sortie (par exemple en forme de T ou de Y), cette première sortie plus riche en phases liquides étant connectée à la boucle de recyclage de façon à diminuer dans une certaine mesure le rapport GLR du fluide polyphasique recyclé à l'entrée de la pompe et faciliter le fonctionnement de celle-ci.

Les moyens de contrôle peuvent comporter par exemple une vanne, un ballon-tampon ou un élément d'utilisation d'une partie de l'énergie des effluents polyphasiques dérivés.

Le système de pompage peut comporter aussi un ensemble de commande des moyens de contrôle, pour appliquer une régulation en fonction des conditions de pompage.

Le système de pompage selon l'invention, par un recyclage partiel d'une partie des effluents polyphasiques issus d'une pompe, permet à celle-ci de mieux prendre en charge des effluents dont le rapport volumétrique GLR est relativement élevé. Par les possibilités de régulation du recyclage, il offre une plus grande souplesse dans la conduite des manœuvres effectuées en amont et en aval. En outre, sa mise en oeuvre ne nécessite aucun séparateur de phase relativement encombrant et coûteux.

D'autres caractéristiques et avantages du système selon l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description ci-après de modes de réalisation décrits à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux dessins annexés où :

- la Fig.1 montre schématiquement un mode de réalisation du système de pompage;
- la Fig 2 montre schématiquement une variante du mode de réalisation précédent;
- la Fig.3 montre un premier diagramme de fonctionnement d'une pompe en l'absence de recyclage;
- la Fig.4 montre sur un diagramme analogue, l'effet d'un recyclage polyphasique sur le fonctionnement de la pompe précédente; et
- la Fig 5 montre un diagramme de fonctionnement d'une pompe où l'on recycle uniquement une phase

liquide.

Le système de pompage selon l'invention comporte une pompe polyphasique 1 d'un type connu, telle que la pompe décrite dans le brevet FR 2.665.224 précité, associée à un moteur d'entraînement 2. L'entrée de la pompe 1 est connectée par une canalisation 3, à une source de fluides polyphasiques. Cette source est par exemple un puits de production pétrolière qui produit des effluents liquides : huile et eau, et des effluents gazeux. La pompe 1 est adaptée à appliquer aux effluents une augmentation de pression  $\Delta P$  suffisante pour les acheminer vers un lieu de destination tant que le rapport volumétrique du gaz au liquide ou GLR est maintenu dans une certaine fourchette de variation définie. Sur la canalisation 4 de sortie de la pompe 1, on intercale un élément de dérivation 5 permettant de diviser en deux parties le flux polyphasique issu de la pompe 1. De préférence, on utilise un embranchement en forme de T d'un type connu et l'on connecte sa branche coudée 51 à une canalisation 6 d'acheminement vers le lieu de destination. La branche rectiligne 52 du T est connectée à une première extrémité à la canalisation 4. Un circuit ou boucle de recyclage 7 pourvu d'une vanne de contrôle 8, est connecté à une première extrémité, à la branche rectiligne 52 du T et, à son extrémité opposée, à la canalisation d'entrée de la pompe par l'intermédiaire d'un organe de mélange 9 d'un type connu tel qu'un éjecteur mélangeur qui permet d'utiliser une partie de l'énergie des effluents recyclés pour favoriser leur mélange avec ceux issus de la canalisation 3, du type par exemple de celui décrit dans le brevet CH 680463. La vanne de contrôle 8 est commandée par un processeur 10 adapté à modifier le débit recyclé en fonction des variations des conditions de pompage.

Il est connu des spécialistes, notamment par un article de G.E. McCreary et al dans INT. J. MULTIPHASE FLOW vol. 16 No. 3 p. 429-445, qu'un diviseur en forme de T ou de Y divise inégalement un flux qui lui est appliqué et que le rapport GLR de la fraction dérivée par la branche rectiligne 52 est abaissé.

Dans ces conditions, l'utilisation d'un tel élément de fractionnement a pour effet d'abaisser le rapport GLR des effluents polyphasiques recyclés par le circuit 7 et par conséquent d'abaisser également le rapport GLR des effluents pénétrant dans la pompe 1. Il en résulte une amélioration du fonctionnement de la pompe particulièrement utile quand le rapport GLR des effluents débités par le puits est élevé. Comme, on peut le voir en comparant les diagrammes des Fig.3 et 4, un tel recyclage polyphasique améliore et régularise très sensiblement les conditions de pompage.

Le diagramme de la Fig.3 correspond à celui d'une pompe polyphasique hélico-axiale POSEIDON de type P 300 par exemple telle que celle décrite dans le brevet FR 2 665 224 précité, en l'absence de tout recyclage. Il montre le domaine de variation possible de l'élévation de pression  $\Delta P$  (en MPa) appliquée par la pompe en fonction du débit D à l'aspiration pour différentes vitesses

de rotation. La pression à l'aspiration est de 1,5 MPa. Le rapport volumétrique GLR des effluents aspirés est de 8. On voit que l'on obtient (au point a) une augmentation de pression  $\Delta P$  de 0,8 MPa à la vitesse de 4500 V/mn environ pour un débit polyphasique de l'ordre de 310 m<sup>3</sup>/h, et que pour un tel débit, la marge d'augmentation de pression restante disponible serait pratiquement nulle.

Le diagramme de la Fig.4 montre que le recyclage direct d'une partie des effluents délivrés par la pompe permet, pour une augmentation de pression  $\Delta P$  de 0,75 MPa, de pousser son débit horaire à 400 m<sup>3</sup>/h à une vitesse de rotation de 4500 V/m (point b1) et du même coup, d'élargir dans de notables proportions, l'augmentation de pression  $\Delta P$  que la pompe est en mesure d'appliquer aux effluents aspirés si l'on augmente sa vitesse d'entraînement. On voit que cette augmentation de pression dans le cas considéré peut atteindre 1,55 MPa environ à une vitesse de rotation de 5200 V/m. L'utilisation d'un embranchement diviseur 5 capable par construction de détourner vers le circuit de recyclage une fraction polyphasique dont le rapport GLR est abaissé conduit dans le cas illustré par le diagramme de la Fig.4 à abaisser à 6 la valeur du rapport GLR des effluents à l'aspiration.

Avec la pompe indiquée ci-dessus dans un cas où la pression d'aspiration était de 1,5 MPa et le rapport GLR des effluents issus de la source était de 8, on a déterminé la valeur GLR que prenait ce même rapport à l'entrée de la pompe en tenant compte d'un recyclage qui varie selon la proportion de gaz dans les effluents recyclés. Avec l et g désignant respectivement la proportion de liquide recyclée et la proportion de gaz recyclés, on a pu établir le tableau comparatif suivant :

l = 0,2	g = 0	GLR = 6,4
	g = 0,1	GLR = 7,11
l = 0,3	g = 0	GLR = 5,6
	g = 0,15	GLR = 6,59
l = 0,4	g = 0	GLR = 4,8
	g = 0,2	GLR = 6.

Dans les exemples ci-dessus, la valeur g = 0 correspond au cas où l'on dispose un séparateur en aval de la pompe pour ôter pratiquement tout le gaz des effluents recyclés, comme décrit dans le brevet FR 2.417.057 précité. On voit sur ces exemples qu'en effectuant un recyclage polyphasique direct et en utilisant simplement un élément de dérivation 5 du type T par exemple qui possède des propriétés de séparation partielle sélective, on parvient à obtenir une diminution du rapport GLR un peu inférieure certes mais cependant du même ordre de grandeur à celui auquel on parvient par interposition d'un séparateur classique relativement encombrant et onéreux. Qui plus est, on voit en comparant les Fig 4 et 5, que le gain de pression rendu possible dans le cas d'un recyclage polyphasique et celui d'un recyclage puré-



ment liquide sont tout à fait équivalents.

Le processeur 10 est utilisé pour contrôler l'ouverture de la vanne 8 en fonction des valeurs des coefficients  $a$ ,  $b$  et du débit total  $Q$  du puits par exemple.

On observe dans la pratique que l'augmentation de pression  $\Delta P$  que la pompe est capable d'appliquer du fait du déplacement de son point de fonctionnement, modifie peu la pression des effluents dans le circuit d'acheminement 6 en aval de la pompe. Il en résulte un abaissement corrélatif de la pression d'aspiration  $P_a$ , ce qui a pour effet en général d'augmenter le débit de la source.

L'installation de cette boucle de recyclage rend possible, on l'a vu, une augmentation de la fourchette de variation du rapport GLR des effluents qu'une pompe polyphasique peut accepter, et aussi une extension de la marge de variation possible de l'augmentation de pression  $\Delta P$  communiquée par la pompe. On peut noter aussi que la présence de cette boucle de recyclage et de la vanne de régulation 8 contribue également à donner une grande souplesse au système de pompage. La réinjection sous pression du fluide recyclé contribue à homogénéiser les effluents à l'entrée de la pompe 1. Le recyclage d'une fraction des effluents permet à la pompe de fonctionner correctement même avec des sources de débit réduit, ce qui est particulièrement avantageux en production pétrolière quand les puits sont en voie d'épuisement. La variation du taux de recyclage obtenu par commande de la vanne 8 permet de rendre plus progressif le démarrage et le fonctionnement de la pompe notamment en cas de fermeture inopinée du puits à l'amont ou de vannes en aval. La présence de la boucle élargit les possibilités d'intervention des opérateurs qui, sans recyclage ne peuvent jouer que sur la vitesse d'entraînement de la pompe.

Dans le mode de réalisation qui a été décrit, la boucle de recyclage ne comporte qu'une vanne de régulation intercalée. On ne sortirait toutefois pas de l'invention en y intercalant également un ballon-tampon 11 (Fig 2) pour augmenter les possibilités de régulation du recyclage effectué. On peut également interposer un dispositif tel qu'un éjecteur annulaire capable de réutiliser une partie de l'énergie du fluide recyclé pour l'injecter en amont de la pompe.

Pour dériver les effluents polyphasiques, on utilise de préférence un moyen de dérivation avec un pouvoir séparateur des phases, de façon à diminuer le rapport volumétrique GLR des effluents recyclés. On ne sortirait pas du cadre de l'invention toutefois en remplaçant ce moyen de dérivation particulier par un embranchement non sélectif. Dans ce cas, on profite de la plus grande souplesse de fonctionnement qu'offre un dosage de la fraction recyclée. Comme le montre la Fig 4 où un point de fonctionnement  $m_1$  est déplacé en  $m_2$  par recyclage puis en  $m_3$  par une augmentation de la vitesse d'entraînement de la pompe.

## Revendications

1) Système de pompage à boucle de recyclage pour communiquer à un fluide polyphasique issu d'une source et comportant au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse, et dont le rapport volumétrique GLR des phases gazeuses aux phases liquides est susceptible de varier, une augmentation de pression suffisante pour son acheminement par une conduite vers un lieu de destination déterminé, comportant une pompe polyphasique (1) et une boucle de recyclage (7) d'une partie du fluide polyphasique disponible à la sortie de la pompe vers l'entrée de celle-ci, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un moyen de dérivation (5) comprenant un élément coniforme pour répartir la phase liquide du fluide polyphasique qu'on lui applique plus vers une première sortie que vers une seconde sortie, la première sortie de cet élément étant connectée à la boucle de recyclage de façon à diminuer le rapport GLR du fluide polyphasique recyclé à l'entrée de la pompe, et des moyens de contrôle du fluide polyphasique dérivé dans la boucle.

2) Système de pompage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de contrôle comportent une vanne (8).

3) Système de pompage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de contrôle comportent un ballon-tampon (11) intercalé dans la boucle de recyclage.

4) Système de pompage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de contrôle comportent un dispositif (9) d'utilisation d'une partie de l'énergie du fluide polyphasique dérivé.

5) Système de pompage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble de commande (10) des moyens de contrôle, pour appliquer au fluide polyphasique recyclé une régulation en fonction des conditions de pompage du fluide issu de la source.

6) Système de pompage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de dérivation (5) est un embranchement en forme de T.

7) Système de pompage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de dérivation (5) est un embranchement en forme de Y.

FIG.1

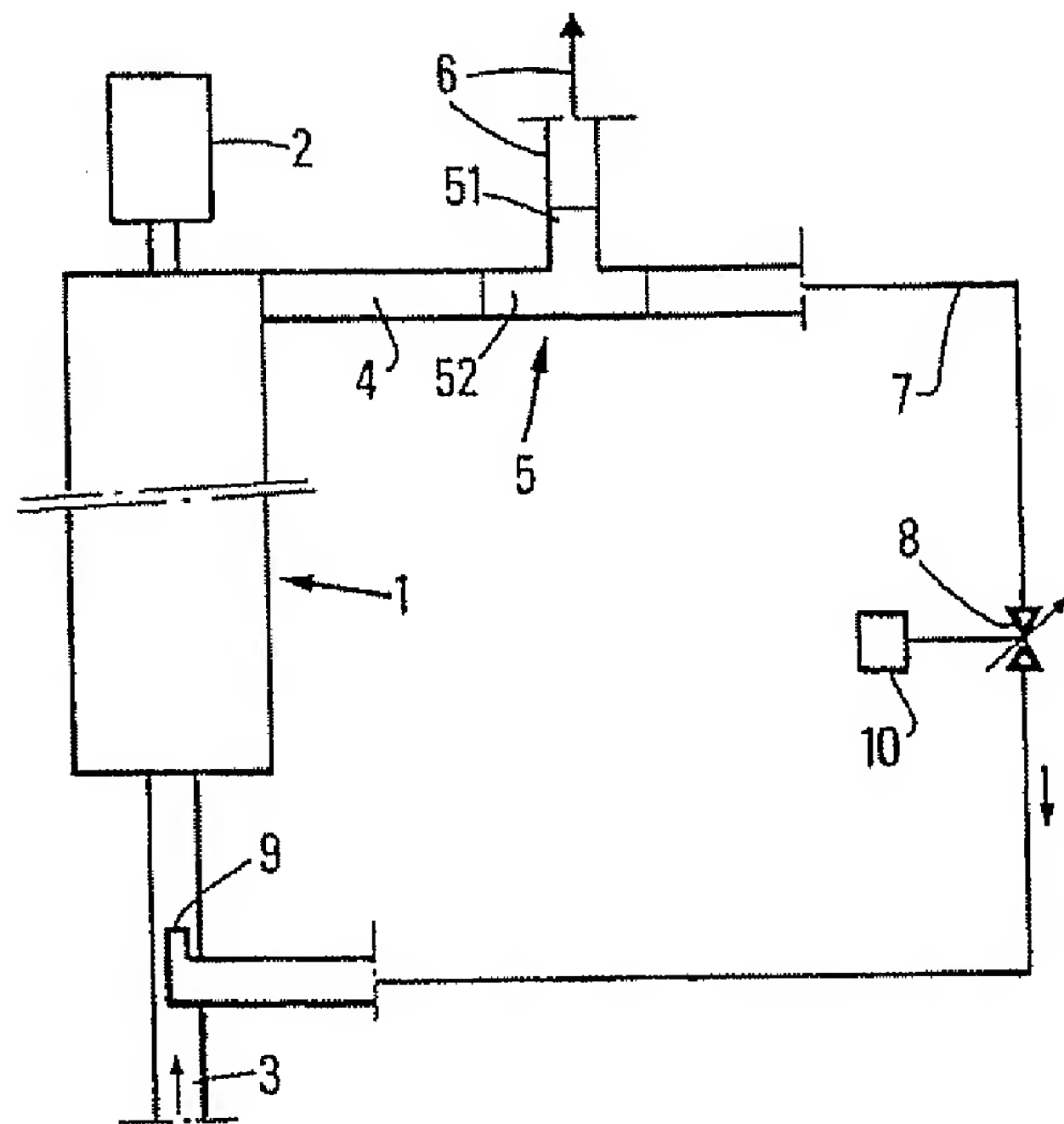
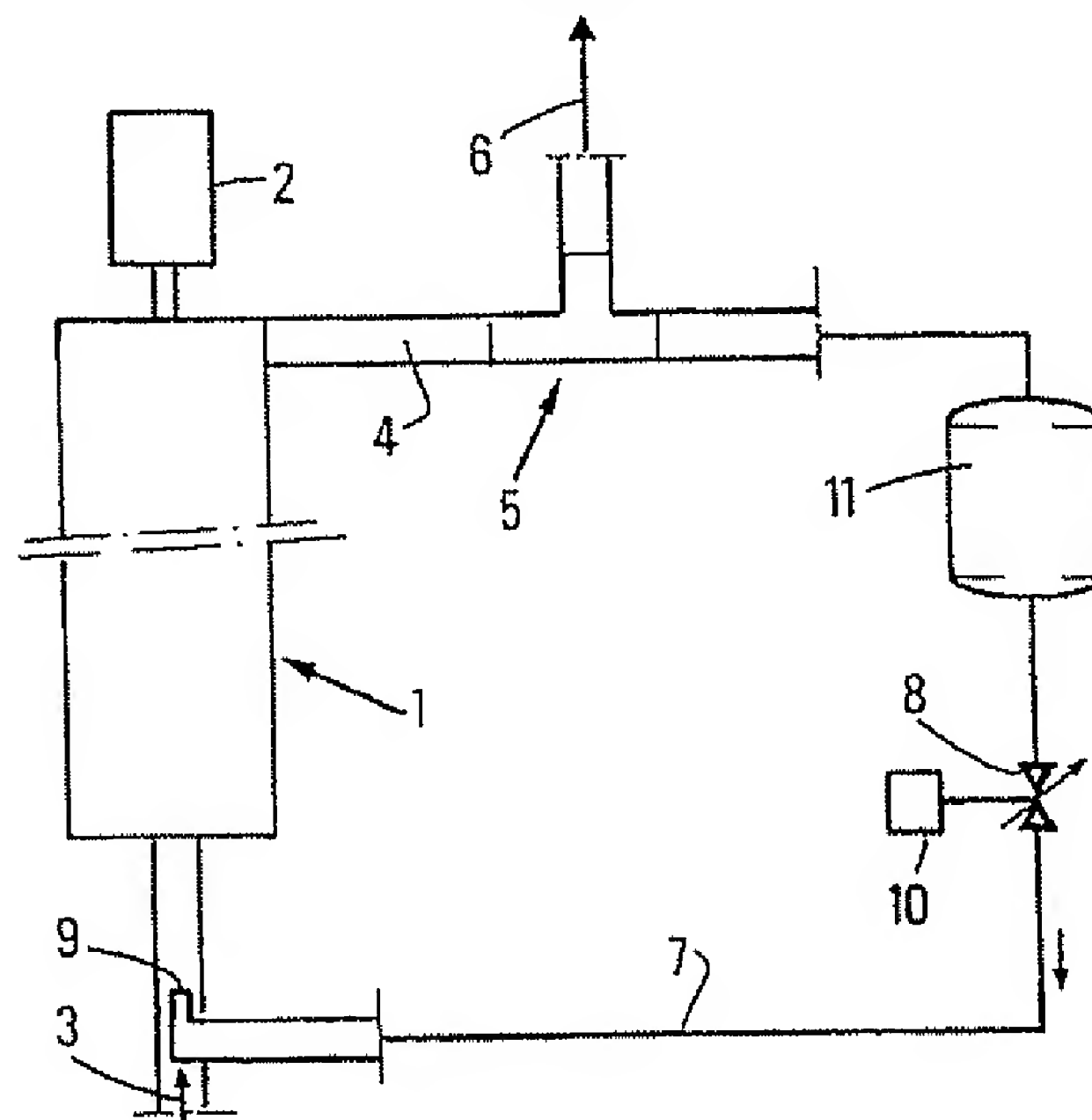
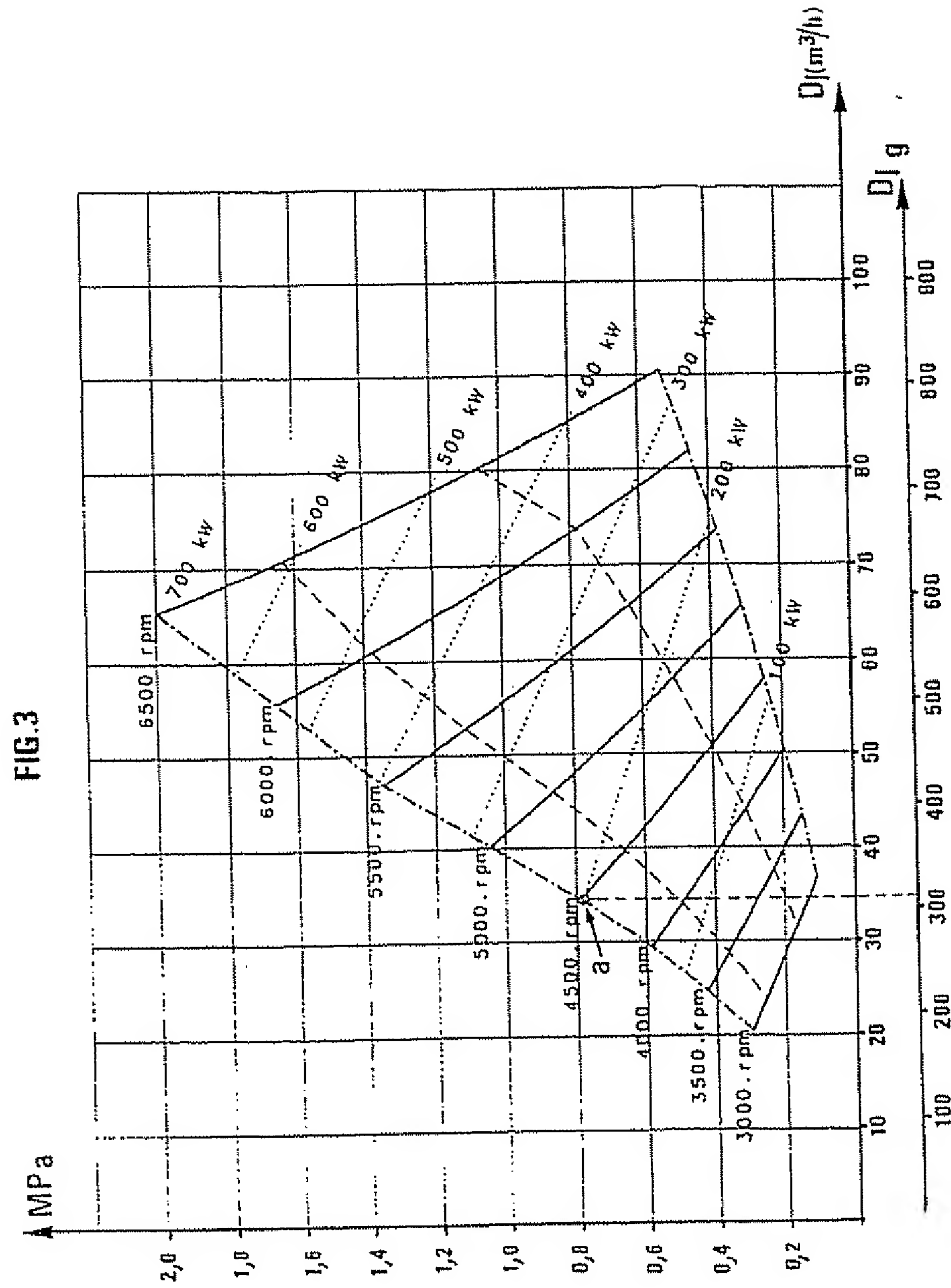
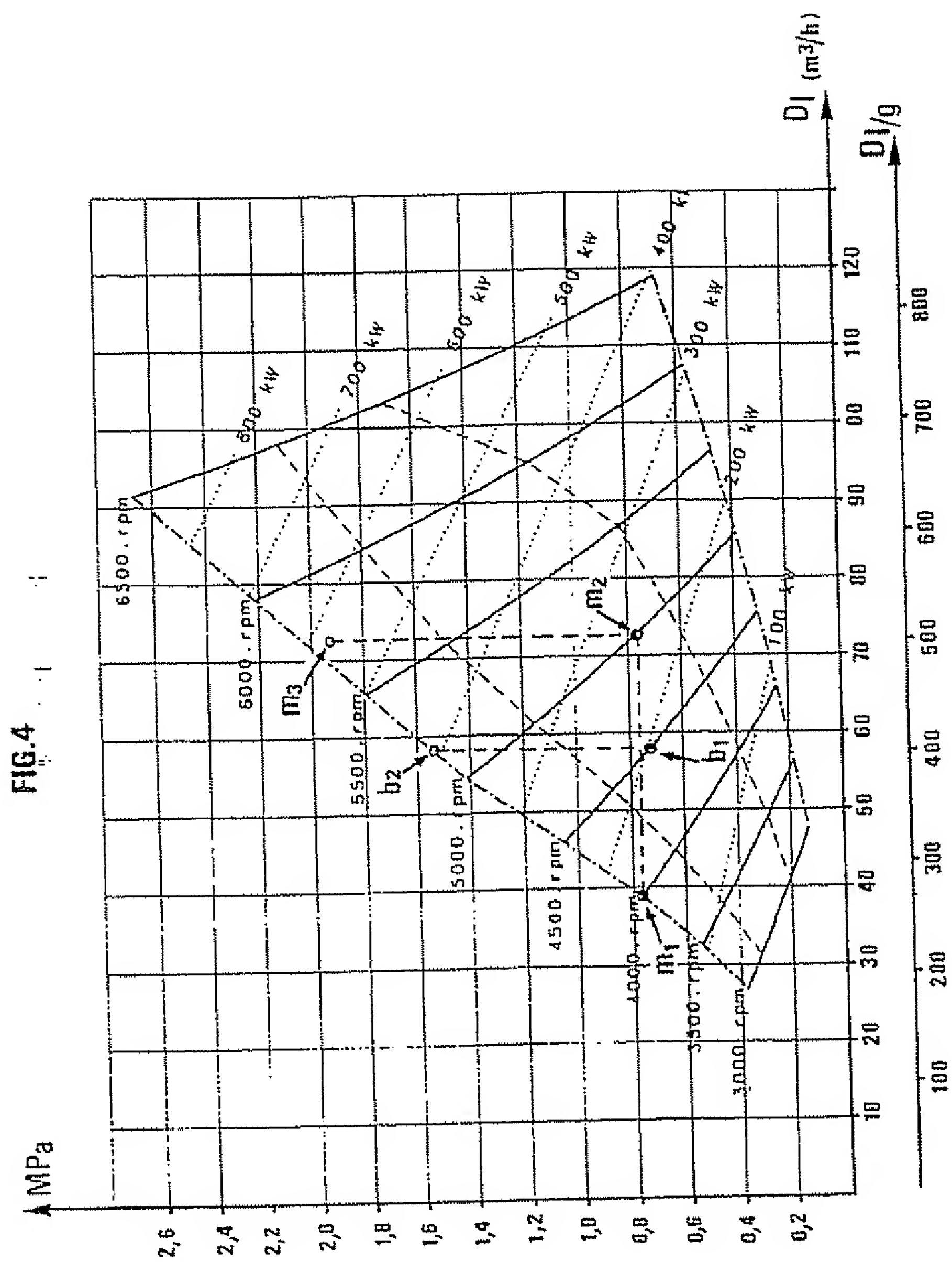
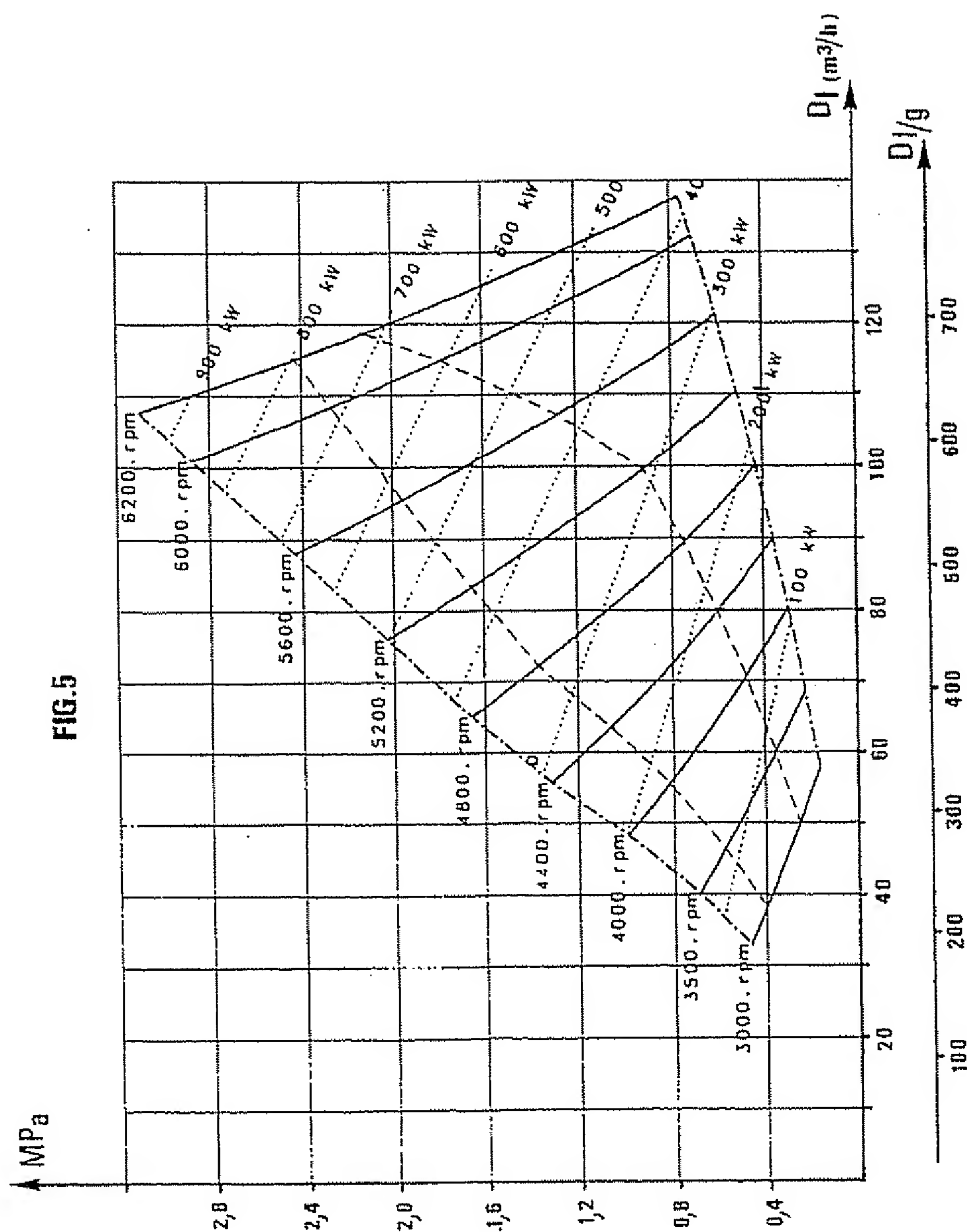


FIG.2













Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 95 40 1796

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y	GB-A-2 215 408 (SHELL INT RESEARCH) * le document en entier *	1,5	F04D31/00 E21B43/40
A	-----	4,6,7	
D,Y	FR-A-2 685 737 (INST FRANCAIS DU PETROL) * le document en entier *	1,5	
A	-----	3	
A	GB-A-2 239 676 (BHR GROUP LTD) * abrégé * * page 1, ligne 18 - ligne 19 * * page 1, ligne 24 - ligne 26; figures *	4,6	
D,A	CH-A-680 463 (SULZER AG) * abrégé; figure 1 *	4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
D,A	FR-A-2 417 057 (INST FRANCAIS DU PETROL) * page 1, ligne 30 - page 2, ligne 33; figures 1,2 *	1,4	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			F04D E21B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		2 Octobre 1995	Zidi, K
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : artère-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document interne</p> <p>Y : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  A : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1501 (F04D)